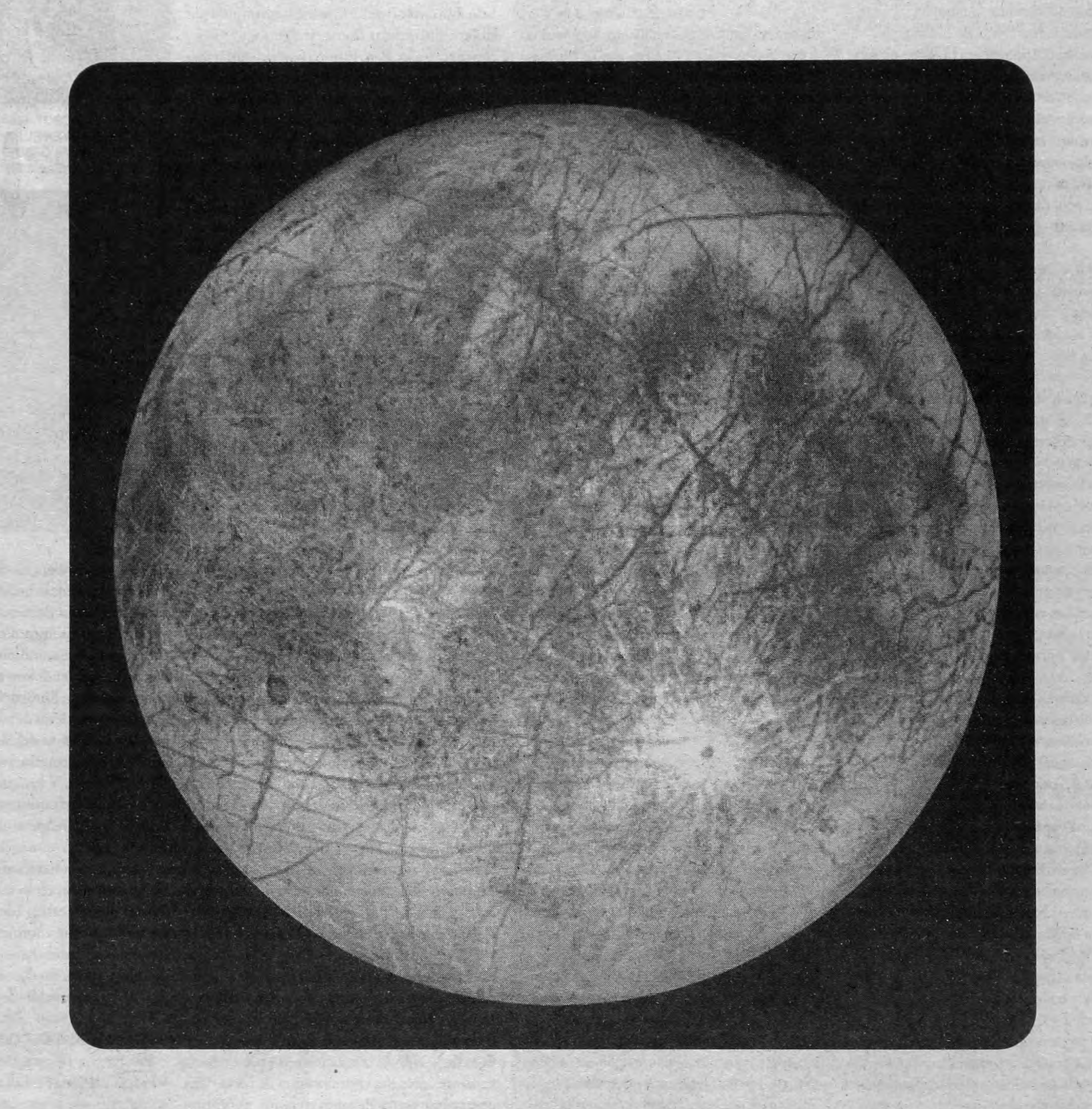


EL MISTERIO DE LA LUNA DE JUPITER

La vida en Europa

Europa está en la mira. Astrónomos y exobiólogos calculan que el satélite de Júpiter podría albergar vida –naturalmente, en forma de microorganismos– en el gigantesco y frío océano que, según se pudo comprobar, existe 20 kilómetros debajo de su corteza. Tan seria es la posibilidad que ya se está preparando la primera misión en toda la historia que explorará un satélite de otro planeta. Incluso, más adelante, se podría mandar un robot submarino que se introdujera directamente en ese océano. Como se ve, Europa es un destino que no sólo los argentinos miran con cariño.

OPINION: DEUDA EXTERNA, DEUDA ECOLOGICA

¿Quién le debe a quién?

POR JORGE A. COLOMBO*

Sólo los poderosos tienen deudas ejecutables, pero hasta cierto punto; sólo los débiles pueden ser obligados a pagarlas, pero hasta cierto punto. Entre las razones principales por las cuales Latinoamérica sufre la calamidad del hambre, la marginación, las altas tasas de morbi-mortalidad infantil y enajenación del patrimonio humano en sus distintos segmentos etarios está la exigencia del pago de la deuda externa y los altos intereses financieros exigidos. Ello condiciona lo cultural, lo social y lo político. Creo que sería necesario agotar las instancias de un replanteo político del tema de la Deuda. Pero no sólo de la nuestra (aun asumiendo que toda ella sea exigible).

DEUDAS Y DEUDAS

De acuerdo con registros existentes, considerando sólo lo entrado –desde las colonias de ultramar– por la ciudad de Sevilla entre los años 1501 y 1660, Europa incorporó a sus arcas aproximadamente 3.377.000 kg de plata fina desde Zacatecas y Potosí, y unos 20.000 kg de oro. Es impensable que tamaña riqueza en metales preciosos provenientes de las nuevas colonias americanas haya sido ajena al desarrollo y florecimiento de Europa. Más aun cuando esas cifras no completan las ingresadas a otras ciudades de España, ni por los distintos puertos europeos provenientes de sus múltiples colonias. Ni tampoco incluyen los ingresos obtenidos durante los siglos posteriores. ¿Qué intereses se les podrían cobrar? A una tasa anual promedio del 5 por ciento la cifra sería inmanejable. Una verdadera Deuda Eterna impagable. Tan impagable como hoy es nuestra propia deuda externa.

A esa deuda eterna de Europa hay que agregarle la deuda ecológica, compartida por Europa y Estados Unidos de Norteamérica. Esta deuda se genera a partir de dos sectores principales: el costo por la destrucción y contaminación del medio ambiente compartido –la atmósfera, los mares– y del ajeno –es decir, el suelo, los bosques, la biodiversidad autóctona, los ríos de los países predados– y el reemplazo exigible por semejante extracción y daño destinado sólo a dar réditos unilaterales. Y en esto algo también debemos aprender nosotros. Pero analicemos el tema del carbono, tan sólo uno de los varios ítems vinculados con la degradación del medio ambiente. Se calcula (Kyoto, 1997) que la producción de carbono promedio por cada habitante de la tierra no debiera superar las 0,4 toneladas anuales (cifra alcanzada por los hindúes). Sin embargo, la producción por habitante de Estados Unidos de Norteamérica fue de 5,4 toneladas anuales en 1996. La nuestra –de acuerdo con datos del mismo año– fue de 1 tonelada per cápita. El promedio mundial es algo superior a 1. Los efectos de los altos niveles de carbono en atmósfera son compartidos por todo el planeta y su detoxificación depende de la biomasa verde. Esa misma que es predada por los intereses comerciales. De allí el interés de esos países por los territorios aún vírgenes, los grandes bosques primarios, los pulmones del planeta. Las recomendaciones de la Convención de Kyoto fueron literalmente desconocidas por la representación norteamericana. Se calcula que para detoxificar la atmósfera, el costo por tonelada de carbono sería de unos 20 dólares. Si se multiplica ese costo por el número de habitantes de los países industrializados, digamos unos 700 millones, y estimando un exceso de 4 toneladas anuales por habitante, llegaremos a que la deuda ecológica por ese único ítem alcanzaría la cifra de más de cinco mil millones de dólares anuales. Si ello se calcula por los años transcurridos y los intereses compuestos devengados, una vez más la cifra a obtener sería enorme. De hecho, Costa Rica ha considerado emitir bonos de absorción de dióxido de carbono, un mal menor a lo que representaría el mero abuso sin costo para el sujeto contaminante. Gobiernos o empresas comprarían el derecho a tener un exceso de producción de carbono. Decididamente ello no es satisfactorio para una filosofía ecologista ya que la interferencia antropogénica del sistema climático (Convención de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, 1992) debiera tener un límite racional y no compensatorio. Pero la impunidad del poderoso es tal, que aun esta medida –políticamente peligrosa, si se quiere– suena a resarcimiento.

Además debe tenerse en cuenta que los tiempos de regeneración de los elementos de la biosfera no transcurren en el mismo marco temporal que los negocios financieros. Por lo tanto los intereses a cobrar por los daños causados deberían acomodarse a la realidad natural. En resumen, los países "centrales" no sólo tienen una enorme deuda que pagar sino que esa deuda continúa acumulando cuantiosos intereses económicos y vidas humanas perdidas. Dentro de este planteo, una solución posible al tema de las deudas mutuas sería un tratado de cancelación de todas ellas y el ajuste de las políticas internacionales a normas de equidad jurídica, y de justicia y seguridad ecológicas. ¿Sueño o utopía? Puede ser, pero ello sólo puede probarse con la acción. Decididamente esto no agota el tema, tan solo intenta contribuir a la toma de conciencia.

Para salir de esta encrucijada sería necesario lograr una posición integrada de los países acreedores de la Deuda Eterna y la Deuda Ecológica. Tan integrada como lo es la posición de nuestros deudores a la hora de exigir el pago de la Deuda Externa que reclaman. Para ello necesitamos una dirigencia política acorde con el desafío. Mientras tanto, sólo podremos contemplar cómo se condena a nuestros pueblos y se violan nuestras tierras, cómo continúa el flujo de dinero y de recursos humanos hacia los países centrales, cómo aumenta la asimetría entre las naciones y contribuimos a solventar el déficit de la balanza de pagos de los países industrializados.

* Doctor en Medicina.

***Futuro** mantiene este espacio abierto para que los científicos argentinos opinen sobre este tema, sobre otros temas, o sobre lo que estén trabajando en este momento.*

La vida en...

POR MARIANO RIBAS

Es un enigmático mundo helado girando en torno al planeta más grande del Sistema Solar. Allí, a cientos de millones de kilómetros de la Tierra, el Sol brilla débilmente sobre un paisaje bastante suave, pero abrumadoramente desolado. Un terreno de hielo sólo interrumpido por largas e intrincadas fisuras, y algunos jóvenes y escasos cráteres. Pero Europa parece ocultar más de lo que muestra. Todo indica que debajo de esa cáscara blanca y gélida, la luna de Júpiter escondería una de las sorpresas más impresionantes de nuestro barrio planetario: un enorme y profundo océano de agua. Y, junto con toda esa agua, habría sales, e incluso materia orgánica. ¿Chances para la vida? El cuadro, sin dudas, resulta tentador. Tan tentador, que muchos astrónomos y exobiólogos sueñan con la vida en Europa. Y no sólo ellos: en su novela *3001* (una nueva secuela de *2001: Odisea del espacio*), Arthur Clarke juega con toda una fauna de exóticas especies nadando en las ocultas aguas de la luna joviana. Son sueños razonables. Y se apoyan, fundamentalmente, en las sólidas evidencias obtenidas por las sondas espaciales Voyager y Galileo, y también en algunas pistas biológicas bien terrestres. Mientras tanto, la NASA está preparando nuevas misiones para explorar Europa bien a fondo: ya se está hablando de un orbitador, de vehículos de descenso y hasta de un submarino que, dentro de veinte o treinta años, navegaría por aquellas aguas misteriosas en búsqueda de vida extraterrestre.

DESCUBRIENDO UNA LUNA HELADA

Vista con un telescopio, Europa es apenas un puntito de luz casi pegado al brillante disco de Júpiter. Y lo mismo ocurre con las otras tres grandes lunas jovianas descubiertas por Galileo Galilei hace casi cuatrocientos años. Por eso, unas décadas atrás, no era mucho lo que se sabía sobre este satélite: su diámetro (unos 3200 km, algo más chico que nuestra Luna), su período orbital en torno a Júpiter (3 días y medio), su distancia al planeta (casi 700 mil km) y unas pocas cosas más. Una de ellas, bastante curiosa: el análisis espectroscópico de su luz sugería que Europa estaba cubierta por hielo de agua. Pero a fines de los '70, las legendarias sondas espaciales Voyager I y Voyager II llegaron a Júpiter y se cansaron de estudiarlo y fotografiarlo. Y obtuvieron espectaculares primeros planos de sus principales lunas, entre ellas, claro, Europa. Aquellas históricas e inolvidables imágenes de las Voyager dejaron boquiabiertos a los científicos de la NASA: la luna joviana estaba, efectivamente, envuelta en una coraza de hielo. Una coraza atravesada, de tanto en tanto, por fisuras y rajaduras de cientos de kilómetros de largo, enormes cicatrices que parecían formar una red alocada. Y, también, terrenos superpuestos y de distintas alturas. Pero muy pocos cráteres, al menos en comparación con otras lunas del Sistema Solar. Geológicamente hablando, la superficie de Europa parecía ser muy joven, y también muy dinámica, porque mostraba claros signos de renovación permanente. Y tratándose de hielo de agua, ése no era un detalle menor.

En 1995, la Galileo, otra nave norteamericana, retomó la posta de las Voyager. Pero no siguió de largo sino que se instaló en el sistema de Júpiter. Y desde entonces ha sobrevolado una y otra vez al enorme planeta gaseoso y a sus cuatro escoltas de lujo: Io, Calisto, Ganímedes y Europa. Durante estos años, la Galileo tuvo varios encuentros cercanos con Europa, llegando incluso a pasar apenas a unos cientos de kilómetros por encima de su manto de hielo. La nitidez de sus fotografías fue contundente y aportó nuevas y sugestivas pistas que aún hoy siguen dando que hablar.

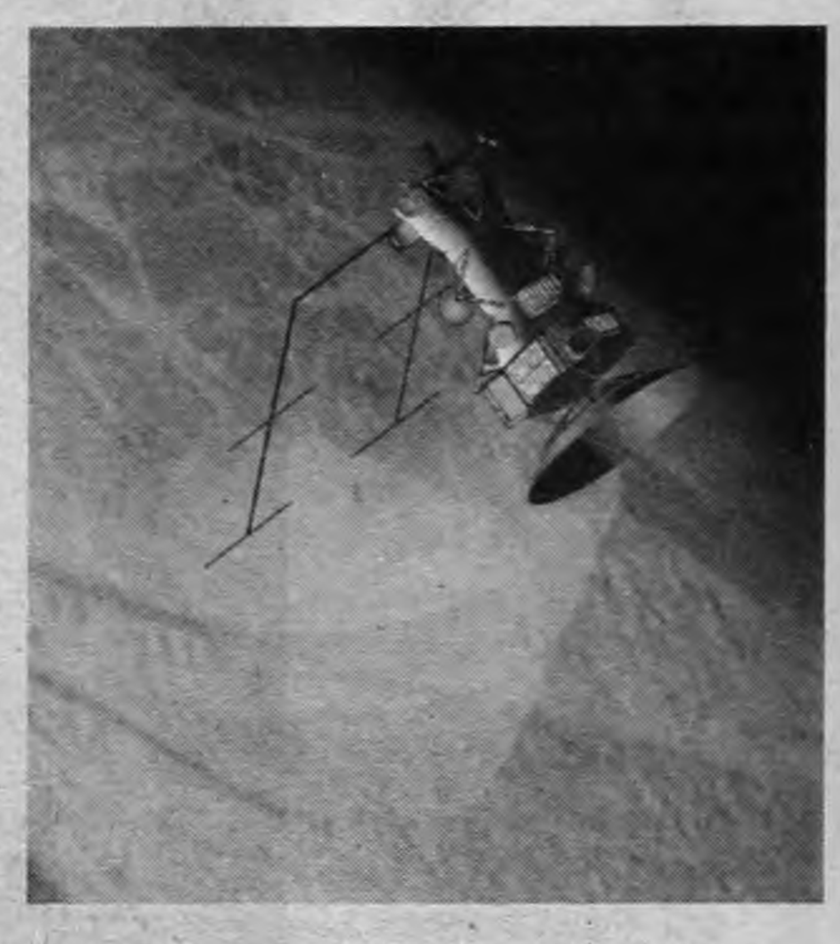
EL OCEANO OCULTO

Evidentemente, Europa muestra un rostro lastimado, pero joven y cambiante. Incluso se han llegado a detectar capas de hielo de distintas edades y evidencias de criovulcanismo (es decir, de chimeneas heladas que alguna vez escupieron chorros de hielo hacia la superficie). Y quizás ahora, también. Por eso, ante semejante panorama, los astrónomos y geólogos planetarios no se sorprendieron ante la relativa pobreza de cráteres de Europa: las marcas de aquellos tremendos impactos de asteroides y cometas, típicos de la infancia del Sistema Solar, han sido borrados por la continua actividad geológica del satélite joviano. Y los que quedan son los más recientes. En definitiva: una superficie de hielo de agua que se renueva una y otra vez con más hielo de agua. Y que incluso resbala, tal como se ha comprobado recientemente. Por todo esto, los científicos están casi convencidos de que debajo de esa corteza (de varios kilómetros de espesor) existe un enorme reservorio de hielo semifundido. Y más abajo, un gigantesco océano de agua líquida. Es algo único en todo el Sistema Solar (a excepción de la Tierra, claro).

ROSTRO HELADO, CORAZON CALIENTE

Por fuera, y tal como lo han comprobado las Voyager y la Galileo, Europa es extremadamente fría. Allí, cinco veces más lejos del Sol que la Tierra, la temperatura es de 180 grados bajo cero. Pero por dentro las cosas son muy distintas. Y esto se debe a las tremendas mareas que sufre a causa de su interacción gravitacional con el colosal Júpiter, un "tire y afloje" que la estira y la contrae, una y otra vez, a medida que gira alrededor del planeta. Y a eso hay que sumarle el tironeo de sus principales compañeras, Io, Calisto y Ganímedes. Como resultado, el





ARRIBA, EL HIDROBOT, SUBMARINO QUE SE ENVIARIA EN EL 2020.
ABAJO, EL EUROPA ORBITER, NAVE QUE LA NASA LANZARIA EN EL 2008.

EL CASO DEL LAGO VOSTOK

Hay un lugar de la Tierra que se parece bastante
Vostok, en la Antártida, escondido a más de 3700
estación científica rusa que lleva el mismo nombre.
sistema de sondeo por radar. Y desde entonces, esta
por el hielo antártico ha dado unas cuantas sorpresa
tros de largo, por unos 50 de ancho. Y según varios
si 500 metros. Si bien es cierto que todavía no se p
sos, norteamericanos y franceses han logrado tomar
a cien metros por encima de ellas. Y en esas muestra
croorganismos", dice Richard Hoover, investigador
cibles, como cianobacterias, bacterias, hongos y esp
hayamos visto antes", explica Hoover. Evidentemen
en este lugar que a primera vista es imposible: un la
vez protegido del frío todavía más extremo de la su
Quizá, tal como muchos sospechan, lo mismo pud

¿Quién le debe a quién?

POR JORGE A. COLOMBO*

Sólo los poderosos tienen deudas ejecutables, pero hasta cierto punto; sólo los débiles pueden ser obligados a pagarlas, pero hasta cierto punto. Entre las razones principales por las cuales Latinoamérica sufre la calamidad del hambre, la marginación, las altas tasas de morbi-mortalidad infantil y enajenación del patrimonio humano en sus distintos segmentos etarios está la exigencia del pago de la deuda externa y los altos intereses financieros exigidos. Ello condiciona lo cultural, lo social y lo político. Creo que sería necesario agotar las instancias de un replanteo político del tema de la Deuda. Pero no sólo de la nuestra (aun asumiendo que toda ella sea exigible).

DEUDAS Y DEUDAS

De acuerdo con registros existentes, considerando sólo lo entrado –desde las colonias de ultramar– por la ciudad de Sevilla entre los años 1501 y 1660, Europa incorporó a sus arcas aproximadamente 3.377.000 kg de plata fina desde Zacatecas y Potosí, y unos 20.000 kg de oro. Es impensable que tamaña riqueza en metales preciosos provenientes de las nuevas colonias americanas haya sido ajena al desarrollo y florecimiento de Europa. Más aun cuando esas cifras no completan las ingresadas a otras ciudades de España, ni por los distintos puertos europeos provenientes de sus múltiples colonias. Ni tampoco incluyen los ingresos obtenidos durante los siglos posteriores. ¿Qué intereses se les podrían cobrar? A una tasa anual promedio del 5 por ciento la cifra sería inmanejable. Una verdadera Deuda Eterna impagable. Tan impagable como hoy es nuestra propia deuda externa.

A esa deuda eterna de Europa hay que agregarle la deuda ecológica, compartida por Europa y Estados Unidos de Norteamérica. Esta deuda se genera a partir de dos sectores principales: el costo por la destrucción y contaminación del medio ambiente compartido –la atmósfera, los mares– y del ajeno –es decir, el suelo, los bosques, la biodiversidad autóctona, los ríos de los países predados– y el reemplazo exigible por semejante extracción y daño destinado sólo a dar réditos unilaterales. Y en esto algo también debemos aprender nosotros. Pero analicemos el tema del carbono, tan sólo uno de los varios ítems vinculados con la degradación del medio ambiente. Se calcula (Kyoto, 1997) que la producción de carbono promedio por cada habitante de la tierra no debiera superar las 0,4 toneladas anuales (cifra alcanzada por los hindúes). Sin embargo, la producción por habitante de Estados Unidos de Norteamérica fue de 5,4 toneladas anuales en 1996. La nuestra –de acuerdo con datos del mismo año– fue de 1 tonelada per cápita. El promedio mundial es algo superior a 1. Los efectos de los altos niveles de carbono en atmósfera son compartidos por todo el planeta y su detoxificación depende de la biomasa verde. Esa misma que es predada por los intereses comerciales. De allí el interés de esos países por los territorios aún vírgenes, los grandes bosques primarios, los pulmones del planeta. Las recomendaciones de la Convención de Kyoto fueron literalmente desconocidas por la representación norteamericana. Se calcula que para detoxificar la atmósfera, el costo por tonelada de carbono sería de unos 20 dólares. Si se multiplica ese costo por el número de habitantes de los países industrializados, digamos unos 700 millones, y estimando un exceso de 4 toneladas anuales por habitante, llegaremos a que la deuda ecológica por ese único ítem alcanzaría la cifra de más de cinco mil millones de dólares anuales. Si ello se calcula por los años transcurridos y los intereses compuestos devengados, una vez más la cifra a obtener sería enorme. De hecho, Costa Rica ha considerado emitir bonos de absorción de dióxido de carbono, un mal menor a lo que representaría el mero abuso sin costo para el sujeto contaminante. Gobiernos o empresas comprarían el derecho a tener un exceso de producción de carbono. Decididamente ello no es satisfactorio para una filosofía ecologista ya que la interferencia antropogénica del sistema climático (Convención de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, 1992) debiera tener un límite racional y no compensatorio. Pero la impunidad del poderoso es tal, que aun esta medida –políticamente peligrosa, si se quiere– suena a resarcimiento.

Además debe tenerse en cuenta que los tiempos de regeneración de los elementos de la biosfera no transcurren en el mismo marco temporal que los negocios financieros. Por lo tanto los intereses a cobrar por los daños causados deberían acomodarse a la realidad natural. En resumen, los países "centrales" no sólo tienen una enorme deuda que pagar sino que esa deuda continúa acumulando cuantiosos intereses económicos y vidas humanas perdidas. Dentro de este planteo, una solución posible al tema de las deudas mutuas sería un tratado de cancelación de todas ellas y el ajuste de las políticas internacionales a normas de equidad jurídica, y de justicia y seguridad ecológicas. ¿Sueño o utopía? Puede ser, pero ello sólo puede probarse con la acción. Decididamente esto no agota el tema, tan solo intenta contribuir a la toma de conciencia.

Para salir de esta encrucijada sería necesario lograr una posición integrada de los países acreedores de la Deuda Eterna y la Deuda Ecológica. Tan integrada como lo es la posición de nuestros deudores a la hora de exigir el pago de la Deuda Externa que reclaman. Para ello necesitamos una dirigencia política acorde con el desafío. Mientras tanto, sólo podremos contemplar cómo se condena a nuestros pueblos y se violan nuestras tierras, cómo continúa el flujo de dinero y de recursos humanos hacia los países centrales, cómo aumenta la asimetría entre las naciones y contribuimos a solventar el déficit de la balanza de pagos de los países industrializados.

** Doctor en Medicina.*

***Futuro** mantiene este espacio abierto para que los científicos argentinos opinen sobre este tema, sobre otros temas, o sobre lo que estén trabajando en este momento.*

La vida en...

POR MARIANO RIBAS

Es un enigmático mundo helado girando en torno al planeta más grande del Sistema Solar. Allí, a cientos de millones de kilómetros de la Tierra, el Sol brilla débilmente sobre un paisaje bastante suave, pero abrumadoramente desolado. Un terreno de hielo sólo interrumpido por largas e intrincadas fisuras, y algunos jóvenes y escasos cráteres. Pero Europa parece ocultar más de lo que muestra. Todo indica que debajo de esa cáscara blanca y gélida, la luna de Júpiter escondería una de las sorpresas más impresionantes de nuestro barrio planetario: un enorme y profundo océano de agua. Y, junto con toda esa agua, habría sales, e incluso materia orgánica. ¿Chances para la vida? El cuadro, sin dudas, resulta tentador. Tan tentador, que muchos astrónomos y exobiólogos sueñan con la vida en Europa. Y no sólo ellos: en su novela *3001* (una nueva secuela de *2001: Odisea del espacio*), Arthur Clarke juega con toda una fauna de exóticas especies nadando en las ocultas aguas de la luna joviana. Son sueños razonables. Y se apoyan, fundamentalmente, en las sólidas evidencias obtenidas por las sondas espaciales Voyager y Galileo, y también en algunas pistas biológicas bien terrestres. Mientras tanto, la NASA está preparando nuevas misiones para explorar Europa bien a fondo: ya se está hablando de un orbitador, de vehículos de descenso y hasta de un submarino que, dentro de veinte o treinta años, navegaría por aquellas aguas misteriosas en búsqueda de vida extraterrestre.





ARRIBA, EL HIDROBOT, SUBMARINO QUE SE ENVIARIA EN EL 2020. ABAJO, EL EUROPA ORBITER, NAVE QUE LA NASA LANZARIA EN EL 2008.

DESCUBRIENDO UNA LUNA HELADA

Vista con un telescopio, Europa es apenas un puntito de luz casi pegado al brillante disco de Júpiter. Y lo mismo ocurre con las otras tres grandes lunas jovianas descubiertas por Galileo Galilei hace casi cuatrocientos años. Por eso, unas décadas atrás, no era mucho lo que se sabía sobre este satélite: su diámetro (unos 3200 km, algo más chico que nuestra Luna), su período orbital en torno a Júpiter (3 días y medio), su distancia al planeta (casi 700 mil km) y unas pocas cosas más. Una de ellas, bastante curiosa: el análisis espectroscópico de su luz sugería que Europa estaba cubierta por hielo de agua. Pero a fines de los '70, las legendarias sondas espaciales Voyager I y Voyager II llegaron a Júpiter y se cansaron de estudiarlo y fotografiarlo. Y obtuvieron espectaculares primeros planos de sus principales lunas, entre ellas, claro, Europa. Aquellas históricas e inolvidables imágenes de las Voyager dejaron boquiabiertos a los científicos de la NASA: la luna joviana estaba, efectivamente, envuelta en una coraza de hielo. Una coraza atravesada, de tanto en tanto, por fisuras y rajaduras de cientos de kilómetros de largo, enormes cicatrices que parecían formar una red alocada. Y, también, terrenos superpuestos y de distintas alturas. Pero muy pocos cráteres, al menos en comparación con otras lunas del Sistema Solar. Geológicamente hablando, la superficie de Europa parecía ser muy joven, y también muy dinámica, porque mostraba claros signos de renovación permanente. Y tratándose de hielo de agua, ése no era un detalle menor.

En 1995, la Galileo, otra nave norteamericana, retomó la posta de las Voyager. Pero no siguió de largo sino que se instaló en el sistema de Júpiter. Y desde entonces ha sobrevolado una y otra vez al enorme planeta gaseoso y a sus cuatro escoltas de lujo: Io, Calisto, Ganímedes y Europa. Durante estos años, la Galileo tuvo varios encuentros cercanos con Europa, llegando incluso a pasar apenas a unos cientos de kilómetros por encima de su manto de hielo. La nitidez de sus fotografías fue contundente y aportó nuevas y sugestivas pistas que aún hoy siguen dando que hablar.

EL OCEANO OCULTO

Evidentemente, Europa muestra un rostro lastimado, pero joven y cambiante. Incluso se han llegado a detectar capas de hielo de distintas edades y evidencias de criovulcanismo (es decir, de chimeneas heladas que alguna vez escupieron chorros de hielo hacia la superficie). Y quizás ahora, también. Por eso, ante semejante panorama, los astrónomos y geólogos planetarios no se sorprendieron ante la relativa pobreza de cráteres de Europa: las marcas de aquellos tremendos impactos de asteroides y cometas, típicos de la infancia del Sistema Solar, han sido borrados por la continua actividad geológica del satélite joviano. Y los que quedan son los más recientes. En definitiva: una superficie de hielo de agua que se renueva una y otra vez con más hielo de agua. Y que incluso resbala, tal como se ha comprobado recientemente. Por todo esto, los científicos están casi convencidos de que debajo de esa corteza (de varios kilómetros de espesor) existe un enorme reservorio de hielo semifundido. Y más abajo, un gigantesco océano de agua líquida. Es algo único en todo el Sistema Solar (a excepción de la Tierra, claro).

ROSTRO HELADO, CORAZON CALIENTE

Por fuera, y tal como lo han comprobado las Voyager y la Galileo, Europa es extremadamente fría. Allí, cinco veces más lejos del Sol que la Tierra, la temperatura es de 180 grados bajo cero. Pero por dentro las cosas son muy distintas. Y esto se debe a las tremendas mareas que sufre a causa de su interacción gravitacional con el colosal Júpiter, un "tire y afloje" que la estira y la contrae, una y otra vez, a medida que gira alrededor del planeta. Y a eso hay que sumarle el tironeo de sus principales compañeras, Io, Calisto y Ganímedes. Como resultado, el núcleo de Europa es un pequeño infierno. Y ese calor puede derretir sin problemas las capas de hielo más profundas, dando lugar al vasto océano de agua líquida que, según algunas estimaciones, tendría cientos de kilómetros de profundidad. Y que, en sus partes más cercanas al núcleo, sería tibio.

Si esta historia terminara aquí, nadie podría negar que Europa es uno de los lugares más interesantes del Sistema Solar. Sin embargo, hay otros indicios, recientes y no tanto, que alimentan una especulación aún más sorprendente que la existencia de un gran océano de agua líquida. Indicios que, sumados a la abundante presencia de agua líquida, hacen razonable la hipótesis de la vida en Europa.

CORTE DE EUROPA QUE PERMITE VER SU INTERIOR. ARRIBA, IMAGEN DE LAS FISURAS DE LA CORTEZA DE EUROPA, TOMADA POR LA SONDA GALILEO.

MATERIALES PARA LA VIDA

Ya en la época de la Voyager, los científicos de la NASA notaron algo bastante extraño: las fisuras de la helada corteza de Europa solían mostrar un color rojizo-amarronado. Aparentemente se trataba de un material que brotaba, junto con el hielo fundido, del interior del satélite. Esas mismas tonalidades fueron fotografiadas por las cámaras ultraprecisas de la Galileo. Y analizadas por su espectrómetro infrarrojo. Al parecer, esos materiales son de lo más surtido: hay compuestos de hierro, compuestos de azufre, y sales (especialmente sulfato de magnesio). Pero también algo sumamente especial: rastros de materia orgánica (por ejemplo, trazas de carbono). Y, sobre este punto, acaba de conocerse una investigación que aporta algunos detalles sumamente significativos.

Desde que sospechan la existencia del océano de Europa, los astrónomos vienen barajando un posible origen para todo ese hielo y toda esa agua: los cometas, objetos que –como se sabe– son desprolijas amalgamas de roca, polvo y distintos tipos de hielo, incluyendo agua congelada. Pero que también contienen material biogénico, como el carbono, el nitrógeno y el fósforo. Y hasta se habla de aminoácidos. La cuestión es que, hace poco, los astrónomos estadounidenses Elisabetta Pierazzo (Universidad de Arizona) y Christopher Chyba (Instituto SETI, en Mountain View, California) calcularon qué cantidad de material biogénico podría haber recibido Europa por el impacto de cometas a lo largo de su historia. Según estos expertos en exobiología, la cifra sería más que importante: varios miles de millones de toneladas de carbono, y cientos de millones de toneladas de nitrógeno, fósforo, azufre y otros elementos clave. "Es muy probable que en Europa existan muy buenas cantidades de materiales biogénicos como para permitir y mantener la existencia de una biosfera", dice Chyba. En otras palabras: Europa tendría los materiales crudos para la vida.

PISTAS BIOLOGICAS TERRESTRES

En el océano de Europa, esos ladrillos biológicos básicos tendrían un marco adecuado. Pero con eso sólo no alcanza porque, como explica Pierazzo, haría falta "algún mecanismo que, mediante esos elementos químicos, permita la formación de moléculas orgánicas cada vez más complejas (...) y, así, aquellos elementos podrían dar lugar a células vivas". Pierazzo y Chyba son sólo algunos de los expertos que confían en la posibilidad de vida de Europa. Y hay quienes apuestan todas sus fichas a aquel mundo atado a la gravedad de Júpiter: "Si hay algún otro lugar en el Sistema Solar con chances para la vida, ese lugar es Europa", dijo, hace poco, John Delaney, un prestigioso oceanógrafo de la Universidad de Washington. Ahora bien: ¿podría haber organismos capaces de vivir en el océano de Europa, siempre cubierto por una gruesa capa de hielo bloqueando la luz solar? Tomando el ejemplo de lo que ocurre en nuestro planeta, bien podría ser: hay microorganismos capaces de soportar condiciones extremas y por eso se los llama "extremófilos". Son diminutas criaturas que viven debajo de los glaciares, en finas capas de agua que separan la roca del hielo. O en las masas de nieve cercanas al Polo Sur, soportando temperaturas de hasta 80 grados bajo cero. Y, en el extremo, otros que pululan a temperaturas cercanas a los 100 grados, a grandes profundidades bajo tierra, o cerca de las chimeneas volcánicas del lecho oceánico. Pero volviendo al caso del frío y la falta de luz solar, que es el que aquí más nos interesa, bien vale la pena tener en cuenta los sorprendentes resultados obtenidos por científicos rusos, norteamericanos y franceses en el Lago Vostok, en plena Antártida (ver recuadro). La vida, al menos aquí, conoce muy bien de adaptaciones extremas. Y quizás lo mismo ocurra en la lejana Europa.

EXPLORACION FUTURA

La única manera de revelar el misterio es viajar a Europa y tratar de llegar a su océano oculto. Y eso, obviamente, no es nada fácil. Por empezar, la NASA tiene agendada una misión que se lanzaría en el 2008. La nave, llamada Europa Orbiter, sería la primera en toda la historia de la carrera espacial dedicada exclusivamente a una luna. Y eso habla a las claras de la importancia científica de Europa. Su arribo está previsto para el 2010, y su misión primaria será estudiar el relieve, detectar cambios geológicos (principalmente, afloramientos de hielo fundido), confirmar en forma definitiva la existencia del gran océano oculto y, en ese caso, determinar con precisión la distribución de las masas de agua líquida. Por otra parte, las imágenes y la información obtenida por el Europa Orbiter servirán también para elegir un posible lugar de descenso para otras futuras misiones. Se habla, por ejemplo, de aparatos sofisticadísimos, capaces de perforar el hielo del satélite para tomar muestras de su océano (una tarea que no sería nada fácil teniendo en cuenta que, tal como indican las más recientes estimaciones, esa corteza helada tendría unos 20 kilómetros de espesor). E incluso, y esto es sin dudas lo más espectacular, durante la década del 2020 se enviaría un submarino, por ahora informalmente bautizado "Hidrobot". Sería la primera embarcación de la historia humana que navegaría en aguas extraterrestres.

Son, sin dudas, nuevos desafíos de exploración. Valiosos por sí mismos, más allá de sus resultados finales. Después de varias décadas de exploración interplanetaria, todo indica que la vida fuera de la Tierra sólo parece potable en otros dos lugares del Sistema Solar. Uno es el subsuelo de Marte. Y el otro, el gran océano de la helada luna de Júpiter. Por eso, la apuesta por Europa bien vale la pena.

EL CASO DEL LAGO VOSTOK

Hay un lugar de la Tierra que se parece bastante a Europa, la luna de Júpiter. Es el lago Vostok, en la Antártida, escondido a más de 3700 metros por debajo del helado suelo de la estación científica rusa que lleva el mismo nombre. Fue descubierto en 1974 mediante un sistema de sondeo por radar. Y desde entonces, esta enorme masa de agua líquida cubierta por el hielo antártico ha dado unas cuantas sorpresas. El lago Vostok mide unos 200 kilómetros de largo, por unos 50 de ancho. Y según varios estudios, tendría una profundidad de casi 500 metros. Si bien es cierto que todavía no se pudo estudiar sus aguas, investigadores rusos, norteamericanos y franceses han logrado tomar varias muestras del hielo que está apenas a cien metros por encima de ellas. Y en esas muestras, "se han encontrado toda clase de microorganismos", dice Richard Hoover, investigador de la NASA. "Algunos son muy reconocibles, como cianobacterias, bacterias, hongos y esporas, pero otros no se parecen a nada que hayamos visto antes", explica Hoover. Evidentemente, la vida ha sabido encontrar su camino en este lugar que a primera vista es imposible: un lago subterráneo, oscuro y tapado (y a la vez protegido del frío todavía más extremo de la superficie) por casi 4 kilómetros de hielo. Quizá, tal como muchos sospechan, lo mismo pudo haber sucedido en Europa.

NOVEDADES EN CIENCIA

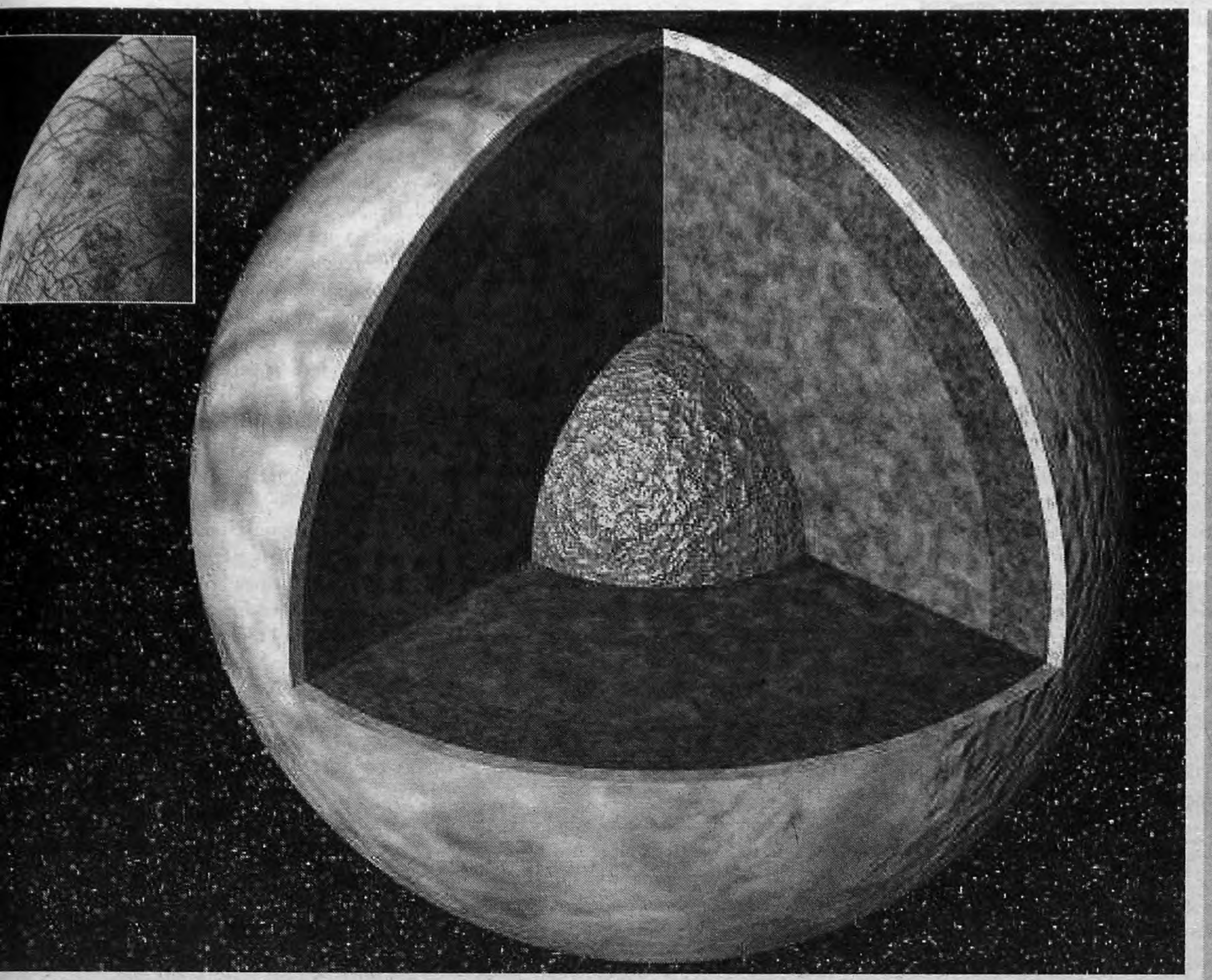
INSECTOS MEDICINALES



Discover Puede parecer un tanto extraño, pero los insectos podrían convertirse en un poderoso aliado de la medicina. Al menos, eso es lo que cree un grupo de científicos de la compañía francesa Entomed, fundada hace tres años en Estrasburgo. La idea es, lisa y llanamente, buscar sustancias químicas fabricadas por los insectos que puedan servir como antibióticos e, incluso, anticancerígenos. Extraño, pero razonable: "los insectos han evolucionado durante más de 500 millones de años, y se las han arreglado para sobrevivir en toda clase de hábitat", dice el bioquímico Ian Hunneyball, una de las cabezas de Entomed. Por lo tanto, explica el investigador, es evidente que estos pequeños animales deben haber desarrollado una serie de defensas químicas para enfrentar incontables microorganismos peligrosos. Y algunas de esas sustancias podrían ser muy eficaces para combatir algunas enfermedades humanas. Actualmente, Entomed y sus colaboradores están experimentando con unas cien variedades de mariposas, abejas, avispas, moscas y cucarachas (entre otros bichos) en China, Rusia, Guyana Francesa y varios países africanos. Básicamente, los atacan con un cocktail de bacterias y hongos para ver cuáles son sus respuestas inmunológicas y qué defensas desarrollan. Luego, se toman muestras de su sangre y se las envía a los laboratorios de Estrasburgo para su análisis. Por ahora, y a partir de estas investigaciones con insectos, Hunneyball y sus colegas están realizando la evaluación preliminar de dos drogas antimicrobianas que, según dicen, podrían ser la base de tratamientos para algunas enfermedades de difícil cura.

MAQUILLAJE ASTRONOMICO

ASTRONOMY Lo de los insectos es para tenerlo bien en cuenta, pero lo que sigue, no es para tomárselo muy en serio: tal como acaba de informar la revista *Astronomy* (no sin un cierto dejo de humor), una importante compañía internacional de cosmética lanzó una línea de maquillajes con motivos astronómicos. Al menos, en lo que tiene que ver con los nombres de los productos. Cargo Cosmetics es una empresa canadiense fundada a mediados de la década pasada, y con base en las afueras de Toronto. En 1998, Cargo ingresó en los Estados Unidos, y ahora se ha desparramado por buena parte del planeta. Pero lo que aquí nos interesa –sólo como curiosidad, claro– es su nueva línea de bases líquidas para maquillaje, productos "de colores claros, mezclables y sin aceite, aptos para todo tipo de piel", según sus creadores. La cuestión es que estas bases vienen en 10 "tonos astronómicos". Dos de ellos, llevan nombres de dos famosísimas constelaciones: "Osa Mayor" y "Orión". Y los otros ocho, de planetas: "Tierra", "Júpiter", "Marte", "Mercurio", "Neptuno", "Saturno", "Venus", y "Plutón", que es una de las bases más vendidas. El precio de cada uno de los frasquitos, al menos con nuestro cambio, también es bastante astronómico: 24 dólares.



TE DE EUROPA QUE PERMITE VER SU INTERIOR. ARRIBA, IMAGEN DE LAS FISURAS DE LA CORTEZA DE EUROPA, TOMADA POR LA SONDA GALILEO.

eo de Europa es un pequeño infierno. Y alor puede derretir sin problemas las capas ielo más profundas, dando lugar al vasto no de agua líquida que, según algunas esciones, tendría cientos de kilómetros de undidad. Y que, en sus partes más cercal núcleo, sería tibio.

esta historia terminara aquí, nadie podría r que Europa es uno de los lugares más inantes del Sistema Solar. Sin embargo, hay indicios, recientes y no tanto, que alimenna especulación aún más sorprendente que istencia de un gran océano de agua líquindicios que, sumados a la abundante prea de agua líquida, hacen razonable la hipóde la vida en Europa.

ERIALES PARA LA VIDA

en la época de la Voyager, los científicos NASA notaron algo bastante extraño: las as de la helada corteza de Europa solían rar un color rojizo-amarronado. Aparentee se trataba de un material que brotaba, con el hielo fundido, del interior del sa. Esas mismas tonalidades fueron fotogras por las cámaras ultraprecisas de la Gali- analizadas por su espectrómetro infrarro- parecer, esos materiales son de lo más surhay compuestos de hierro, compuestos de e, y sales (especialmente sulfato de magnePero también algo sumamente especial: rasle materia orgánica (por ejemplo, trazas de no). Y, sobre este punto, acaba de conouna investigación que aporta algunos de- sumamente significativos.

Europa, la luna de Júpiter. Es el lago etros por debajo del helado suelo de la ue descubierto en 1974 mediante un norme masa de agua líquida cubierta El lago Vostok mide unos 200 kilómestudios, tendría una profundidad de cao estudiar sus aguas, investigadores ruarias muestras del hielo que está apenas "se han encontrado toda clase de mie la NASA. "Algunos son muy reconoas, pero otros no se parecen a nada que e, la vida ha sabido encontrar su camino subterráneo, oscuro y tapado (y a la rficie) por casi 4 kilómetros de hielo. haber sucedido en Europa.

Desde que sospechan la existencia del océano de Europa, los astrónomos vienen barajando un posible origen para todo ese hielo y toda esa agua: los cometas, objetos que –como se sabe– son desprolijas amalgamas de roca, polvo y distintos tipos de hielo, incluyendo agua congelada. Pero que también contienen material biogénico, como el carbono, el nitrógeno y el fósforo. Y hasta se habla de aminoácidos. La cuestión es que, hace poco, los astrónomos estadounidenses Elisabetta Pierazzo (Universidad de Arizona) y Christopher Chyba (Instituto SETI, en Mountain View, California) calcularon qué cantidad de material biogénico podría haber recibido Europa por el impacto de cometas a lo largo de su historia. Según estos expertos en exobiología, la cifra sería más que importante: varios miles de millones de toneladas de carbono, y cientos de millones de toneladas de nitrógeno, fósforo, azufre y otros elementos clave. "Es muy probable que en Europa existan muy buenas cantidades de materiales biogénicos como para permitir y mantener la existencia de una biosfera", dice Chyba. En otras palabras: Europa tendría los materiales crudos para la vida.

PISTAS BIOLOGICAS TERRESTRES

En el océano de Europa, esos ladrillos biológicos básicos tendrían un marco adecuado. Pero con eso sólo no alcanza porque, como explica Pierazzo, haría falta "algún mecanismo que, mediante esos elementos químicos, permita la formación de moléculas orgánicas cada vez más complejas (...) y, así, aquellos elementos podrían dar lugar a células vivas". Pierazzo y Chyba son sólo algunos de los expertos que confían en la posibilidad de vida de Europa. Y hay quienes apuestan todas sus fichas a aquel mundo atado a la gravedad de Júpiter: "Si hay algún otro lugar en el Sistema Solar con chances para la vida, ese lugar es Europa", dijo, hace poco, John Delaney, un prestigioso oceanógrafo de la Universidad de Washington. Ahora bien: ¿podría haber organismos capaces de vivir en el océano de Europa, siempre cubierto por una gruesa capa de hielo bloqueando la luz solar? Tomando el ejemplo de lo que ocurre en nuestro planeta, bien podría ser: hay microorganismos capaces de soportar condiciones extremas, y por eso se los llama "extremófilos". Son diminutas criaturas que viven debajo de los glaciares, en finas capas de agua que separan la roca del hielo. O en las masas de nieve cercanas al Polo Sur, soportando temperaturas de hasta 80 grados bajo cero. Y, en el extremo, otros que pululan a temperaturas cercanas a los 100 grados, a grandes profundidades bajo tierra, o cerca de las chimeneas volcánicas del lecho oceánico. Pero volviendo al caso del frío y la falta de luz solar, que es el que aquí más nos interesa, bien vale la pena tener en cuenta los sorprendentes resultados obtenidos por científicos rusos, norteamericanos y franceses en el Lago Vostok, en plena Antártida (ver recuadro). La vida, al menos aquí, conoce muy bien de adaptaciones extremas. Y quizás lo mismo ocurra en la lejana Europa.

EXPLORACION FUTURA

La única manera de revelar el misterio es viajar a Europa y tratar de llegar a su océano oculto. Y eso, obviamente, no es nada fácil. Por empezar, la NASA tiene agendada una misión que se lanzaría en el 2008. La nave, llamada Europa Orbiter, sería la primera en toda la historia de la carrera espacial dedicada exclusivamente a una luna. Y eso habla a las claras de la importancia científica de Europa. Su arribo está previsto para el 2010, y su misión primaria será estudiar el relieve, detectar cambios geológicos (principalmente, afloramientos de hielo fundido), confirmar en forma definitiva la existencia del gran océano oculto y, en ese caso, determinar con precisión la distribución de las masas de agua líquida. Por otra parte, las imágenes y la información obtenida por el Europa Orbiter servirán también para elegir un posible lugar de descenso para otras futuras misiones. Se habla, por ejemplo, de aparatos sofisticadísimos, capaces de perforar el hielo del satélite para tomar muestras de su océano (una tarea que no sería nada fácil teniendo en cuenta que, tal como indican las más recientes estimaciones, esa corteza helada tendría unos 20 kilómetros de espesor). E incluso, y esto es sin dudas lo más espectacular, durante la década del 2020 se enviaría un submarino, por ahora informalmente bautizado "Hidrobot". Sería la primera embarcación de la historia humana que navegaría en aguas extraterrestres.

Son, sin dudas, nuevos desafíos de exploración. Valiosos por sí mismos, más allá de sus resultados finales. Después de varias décadas de exploración interplanetaria, todo indica que la vida fuera de la Tierra sólo parece potable en otros dos lugares del Sistema Solar. Uno es el subsuelo de Marte. Y el otro, el gran océano de la helada luna de Júpiter. Por eso, la apuesta por Europa bien vale la pena.

NOVEDADES EN CIENCIA

INSECTOS MEDICINALES



Discover Puede parecer un tanto extraño, pero los insectos podrían convertirse en un poderoso aliado de la medicina. Al menos, eso es lo que cree un grupo de científicos de la compañía francesa Entomed, fundada hace tres años en Estrasburgo. La idea es, lisa y llanamente, buscar sustancias químicas fabricadas por los insectos que puedan servir como antibióticos e, incluso, anticancerígenos. Extraño, pero razonable: "los insectos han evolucionado durante más de 500 millones de años, y se las han arreglado para sobrevivir en toda clase de hábitat", dice el bioquímico Ian Hunneyball, una de las cabezas de Entomed. Por lo tanto, explica el investigador, es evidente que estos pequeños animales deben haber desarrollado una serie de defensas químicas para enfrentar incontables microorganismos peligrosos. Y algunas de esas sustancias podrían ser muy eficaces para combatir algunas enfermedades humanas. Actualmente, Entomed y sus colaboradores están experimentando con unas cien variedades de mariposas, abejas, avispas, moscas y cucarachas (entre otros bichos) en China, Rusia, Guyana Francesa y varios países africanos. Básicamente, los atacan con un cocktail de bacterias y hongos para ver cuáles son sus respuestas inmunológicas y qué defensas desarrollan. Luego, se toman muestras de su sangre y se las envía a los laboratorios de Estrasburgo para su análisis. Por ahora, y a partir de estas investigaciones con insectos, Hunneyball y sus colegas están realizando la evaluación preliminar de dos drogas antimicrobianas que, según dicen, podrían ser la base de tratamientos para algunas enfermedades de difícil cura.

MAQUILLAJE ASTRONOMICO

ASTRONOMY Lo de los insectos es para tenerlo bien en cuenta, pero lo que sigue, no es para tomárselo muy en serio: tal como acaba de informar la revista *Astronomy* (no sin un cierto dejo de humor), una importante compañía internacional de cosmética lanzó una línea de maquillajes con motivos astronómicos. Al menos, en lo que tiene que ver con los nombres de los productos. Cargo Cosmetics es una empresa canadiense fundada a mediados de la década pasada, y con base en las afueras de Toronto. En 1998, Cargo ingresó en los Estados Unidos, y ahora se ha desparramado por buena parte del planeta. Pero lo que aquí nos interesa –sólo como curiosidad, claro– es su nueva línea de bases líquidas para maquillaje, productos "de colores claros, mezclables y sin aceite, aptos para todo tipo de piel", según sus creadores. La cuestión es que estas bases vienen en 10 "tonos astronómicos". Dos de ellos, llevan nombres de dos famosísimas constelaciones: "Osa Mayor" y "Orión". Y los otros ocho, de planetas: "Tierra", "Júpiter", "Marte", "Mercurio", "Neptuno", "Saturno", "Venus", y "Plutón", que es una de las bases más vendidas. El precio de cada uno de los frasquitos, al menos con nuestro cambio, también es bastante astronómico: 24 dólares.

LIBROS Y PUBLICACIONES

EL GRAN DILEMA DEL SEXO
Juan Carlos Kusnetzoff
Editorial Sudamericana, 222 páginas



¿Hasta qué punto la biología determina la conducta de las personas? ¿Hasta qué punto asuntos supuestamente del dominio de las culturas, como el sexo y el amor, están determinados por los genes, como sí lo están el color de ojos o la posibilidad de ser calvos? Incluso: ¿por qué la "evolución" –que por supuesto es la palabra clave en todo este asunto– opinó que el mejor modo de sobrevivir para las especies habría de ser mediante la unión de dos sexos?

Estas parecen ser algunas de las preguntas que intenta responder Juan Carlos Kusnetzoff –director del Programa de Sexología Clínica del Hospital de Clínicas, perteneciente a la Facultad de Medicina de la UBA– en *El gran dilema del sexo.* Apelando a los conocimientos biológicos (aquí es donde brillan los genes y las hormonas) y sobre todo a las numerosísimas investigaciones de biología comparada (dicho sea de paso: es increíble la cantidad de pruebas a las que son sometidos algunos animales), Kusnetzoff cuenta las últimas noticias que tiene la ciencia "dura" sobre el sexo. Así, el libro explica qué partes del cerebro son más usadas en mujeres que en hombres, cuenta que la naturaleza prefiere evitar el incesto (¡aun en los vegetales!), por qué la monogamia triunfa bastante poco, e incluso sugiere que es difícil que un solo gen controle un comportamiento tan complejo como la orientación sexual. (Y por si hacía falta aclarar: "Por más que tratemos de separarlas, la biología y la cultura no son mutuamente excluyentes". El punto no es menor ya que subyace la validez misma que tiene el campo para semejantes estudios, y Kusnetzoff lo sabe porque toma suficientes precauciones cada vez que encara cuestiones dudosas.)

Además el libro muestra también que, según algunas investigaciones, y contra lo que podría creerse, chicos criados por madres lesbianas crecieron heterosexuales. "En general, los chicos de hogares de lesbianas eran más relajados, más curiosos y flexibles, más dados a entender las diferentes variaciones sexuales, pero sin dar muestras de alteraciones psicológicas significativas."

En suma, un libro de lectura agradable, con buena información acerca de las últimas investigaciones en un campo tan discutible como la sociobiología, que sugiere algunas respuestas pero que se mantiene prudentemente escéptico y se ocupa de no ser demasiado contundente en las que podrían haber sido las afirmaciones más polémicas del libro. ***M.D.A.***

AGENDA CIENTIFICA

VI JORNADAS DE COMUNICACION
Del 17 al 19 de octubre se desarrollarán las VI Jornadas Nacionales de Investigadores en Comunicación organizadas por la Universidad de Córdoba. En esta ocasión, el tema será "Cultura, crisis y resistencia; reflexiones y modos de intervención desde lo comunicacional". Informes: (0351) 433-2086/2088, centro@cea.unc.edu.ar

MENSAJES A FUTURO
futuro@pagina12.com.ar

HISTORIA DE LA CIENCIA

Empédocles y los cuatro elementos

POR MARTIN DE AMBROSIO

"Hay fuego en tus ojos." La frase, metafórica, es casi un lugar común en las novelas y un tropos al que se recurre cada vez que es preciso indicar la pasión, la ira o algún otro sentimiento igualmente fuerte. Sin embargo, en el siglo V antes de Cristo, la expresión se dijo literalmente en algún lugar del sur de Italia colonizado por los griegos.

Allí –más precisamente en Agrigento, Sicilia– vivió Empédocles (*circa* 483-430 a.C.), uno de los primeros filósofos de la historia. Fue él quien afirmó que los ojos estaban constituidos en su parte interior de fuego y agua; y que en su parte externa tenían tierra y aire. Así, la visión quedaba determinada por el pasaje a través de los ojos de los rayos del fuego –el más sutil de los elementos– que se encuentran con los efluvios de las cosas (a su vez, combinaciones de otros elementos).

Como Pitágoras, incluso como el mismo Platón, Empédocles conservaba algún resabio místico.



BUSTO ROMANO DE EMPEDOCLES. EN EL SIGLO V A.C. PENSO LA TEORIA DE LOS 4 ELEMENTOS.

LA CONSTRUCCION DE TODO

Esta rudimentaria teoría de la vista sirve, a modo de ejemplo, para mostrar cómo se las tuvo que arreglar Empédocles para encontrar en cada fenómeno huellas de los cuatro elementos que conforman todo. Porque eso es lo que distingue al de Agrigento de los filósofos presocráticos: a diferencia de Tales, que pensaba que todo estaba constituido básicamente por agua; de Anaxímenes, que dijo que tal sustancia era el aire; y hasta del propio Heráclito, que pensaba más bien en el fuego; Empédocles decidió que todo estaba compuesto de una amalgama más o menos proporcionada de estos tres elementos más la tierra.

Para Empédocles, los seres particulares que vemos son mezclas en proporciones diversas de los cuatro elementos, y las diferencias cualitativas que se observan se explican justamente porque las cantidades o dosis de los elementos pueden virtualmente variar hasta el infinito. Con estas ideas, Empédocles trataba de saldar a la teoría con la empiria, el reino de los sentidos, que ya habían comenzado su riña histórica gracias a las ideas de Parménides (quien sostenía que el movimiento era imposible y que el Ser es Uno).

Y la verdad es que no le fue tan mal a la teoría de los cuatro elementos; al menos si se la mide desde el punto de vista del éxito que tuvo, porque tamizada por Aristóteles (quien, como se sabe, le agregó el éter o quintaesencia) fue la que reinó durante varios siglos, aceptada prácticamente hasta el nacimiento de la química moderna.

EMPEDOCLES CIENTIFICO

Empédocles también hizo aportes a la ciencia. Parece que fue el primero que descubrió que el aire es una sustancia aparte, hecho que comprobó al observar que cuando un cubo es colocado boca abajo en el agua, ésta no ingresa al recipiente. "El volumen de aire que está dentro, presionando sobre las perforaciones abundantes, la mantiene apartada hasta que la muchacha (que sostiene el balde) destapa la corriente oprimida, entonces el aire escapa y entra un volumen igual de agua", según describió.

También sostuvo una teoría de la evolución y la supervivencia del más apto, pero tenía tantos elementos fantásticos que sería injusto con Darwin aceptarlo como un precursor. Según Empédocles, innumerables tribus mortales habían sido dispersadas por el mundo con todo tipo de características (cabezas sin cuello, brazos sin hombros, ojos sin frentes, miembros sueltos buscando su articulación, hermafroditas, criaturas sin cabezas y con muchas manos, etc.) que fueron uniéndose más o menos arbitrariamente, hasta que sobrevivieron las que hoy se conocen.

PERSONALIDAD VOLCANICA

"La mezcla de filósofo, profeta, hombre de ciencia y charlatán que ya encontramos en Pitágoras se manifiesta mejor en Empédocles, que vivió alrededor de 440 a.de C." Así comienza el capítulo que Bertrand Russell le dedicó en su *Historia de la Filosofía Occidental* al hombre más famoso de Agrigento. La cuestión es que Empédocles aspiraba a ser o directamente se creía un semidiós, al punto que –intentando demostrar que tenía méritos para ser tratado como tal– decidió tirarse al volcán Etna. Por supuesto, no sobrevivió, lo cual no deja de ser un argumento a favor de la ciencia.

FINAL DE JUEGO / CORREO DE LECTORES:
Donde se sigue con la historia de la esfera y el cilindro

POR LEONARDO MOLEDO

–La historia de la esfera y el cilindro es interesante –dijo el Comisario Inspector– y yo le encuentro algo en común con el enigma de la mujer rubia.

–Tal vez que la solución no está en los datos, o por lo menos no está sólo en los datos sino en el uso que se hace de los datos.

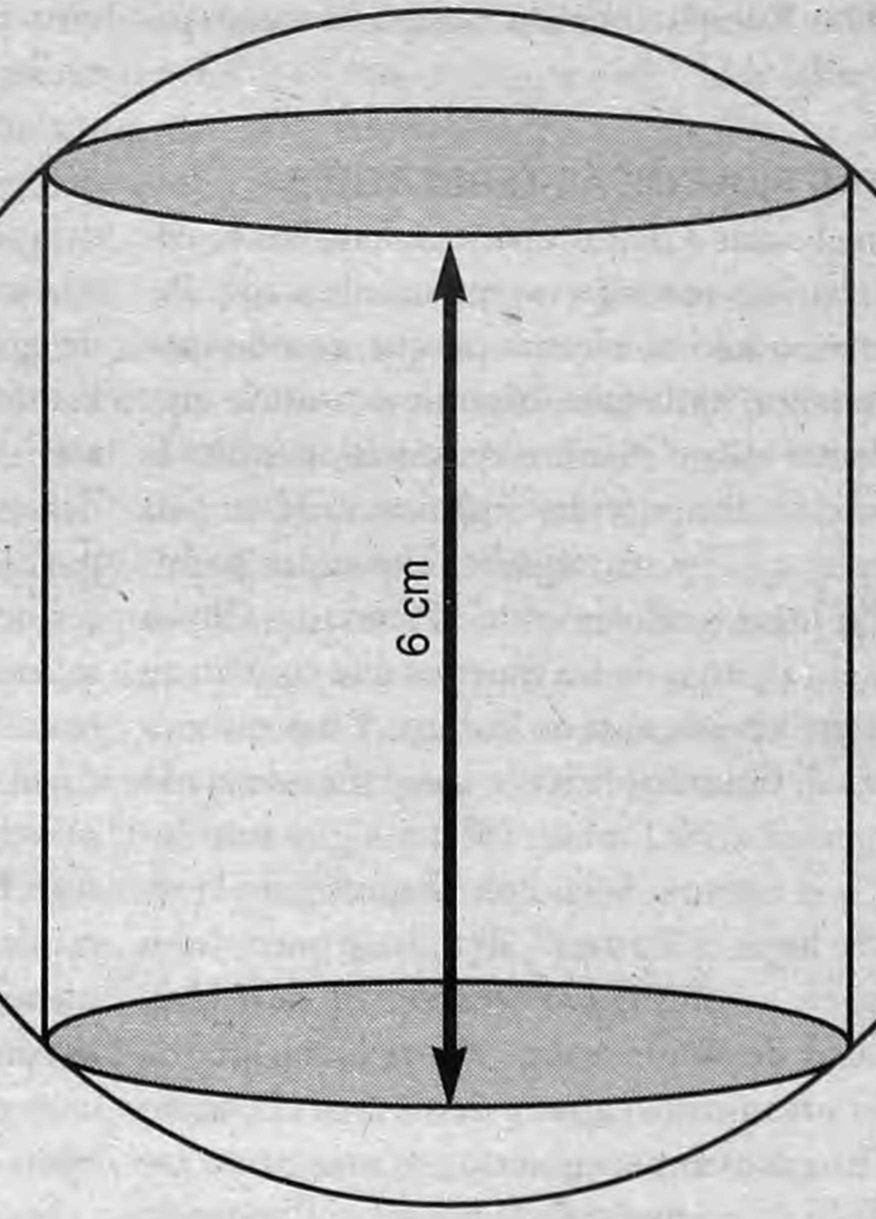
–Sí –dijo el Comisario Inspector–. En este caso, la solución se deduce precisamente del hecho de que se dan pocos datos.

–Y del hecho de que sabemos, o creemos que existe una solución única –dijo Kuhn–, cosa que no siempre es posible. También ocurre que la solución es muy antiintuitiva: siempre, y en cualquier esfera, si inscribo un cilindro de 6 cm, lo que queda afuera es lo mismo. Y la solución, que está en el correo de lectores, sí, es elegante.

–No tan antiintuitiva –dijo el Comisario Inspector– si se piensa que cualquier esfera tiene un solo cilindro de 6 cm de largo inscripto, del mismo modo que tiene una sola semiesfera.

–No sé –dijo Kuhn–, no sé si es lo mismo. Aquí se establece una longitud, y eso es lo que lo hace antiintuitivo. Vamos al enigma de hoy.

–Bueno –dijo el Comisario Inspector–, un enigma clásico con monedas y balanzas. Resulta que Rutherford, el gran físico del siglo XX tenía cien bolsas con monedas de oro, y sabía que una de las bolsas contenía monedas falsas. Sabía, además, que las monedas verdaderas pesaban 1 gramo, y que las falsas pesaban 0,9 gramos. ¿Cómo hace para saber cuál es la bolsa de monedas falsas usando la balanza una sola vez?



¿Qué piensan nuestros lectores? ¿Cómo hace Rutherford?

Correo de lectores

LA RESPUESTA

Dado que en el enigma de la semana pasada sólo se da el dato del largo del agujero, quiere decir que el resultado es independiente del diámetro del agujero o del tamaño de la esfera. De este modo, la respuesta es también válida si se supone que el diámetro del agujero cilíndrico es cero, con lo cual el volumen que queda, es el volumen total de la esfera: $(4.\pi/3).R^3$, donde en este caso R es la mitad del largo del agujero: 3 cm. El volumen que queda es entonces es $(36.\pi)$ cm^3, 113,09733 cm^3 independientemente del tamaño de la esfera y del agujero, siempre y cuando el largo del agujero sea de 6 cm. Si esto no resulta convincente, pruebe con distintos ejemplos.

Jaime Godelman

FUTURO EN SAN LUIS

Los felicito por **Futuro**, es imperdible, pero a San Luis hace dos semanas que no llega el **Página/12** del sábado. Y además por Internet no puedo acceder a números anteriores (esa opción les funciona mal). ¡Por favor solucionen esto! El año anterior se podía acceder más fácil a números anteriores de **Futuro**. Saludos.

Miguel De Bortoli